

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

EP 1 146 217 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
17.10.2001 Patentblatt 2001/42

(51) Int Cl.7: F02D 41/20

(21) Anmeldenummer: 01108705.3

(22) Anmeldetag: 06.04.2001

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 12.04.2000 DE 10018175

(71) Anmelder: Bayerische Motoren Werke  
Aktiengesellschaft  
80809 München (DE)

(72) Erfinder: Kellermann, Helmut, Dr.  
85764 Oberschleissheim (DE)

### (54) Schaltungsanordnung zum Betrieb eines hochdynamischen elektromagnetischen Hubanker-Aktors

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betrieb eines hochdynamischen elektromagnetischen Hubanker-Aktors für ein Gaswechsel-Ventil eines Verbrennungsmotors mit zumindest einer Spule, die einen Anker des elektromagnetischen Aktors bei deren Bestromung anzieht.

Zur Realisierung einer exakteren Schaltweise und genauerer Steuerkanten bei einem hochdynamischen elektromagnetischen Aktors wird vorgeschlagen, die Spule derart über zumindest zwei Schaltelemente (T3-T8) mit zumindest einer Versorgungsspannungsquelle (+U, -U) zu verbinden, dass Strom in beiden Richtungen durch die Spule (W, W') geleitet werden kann.

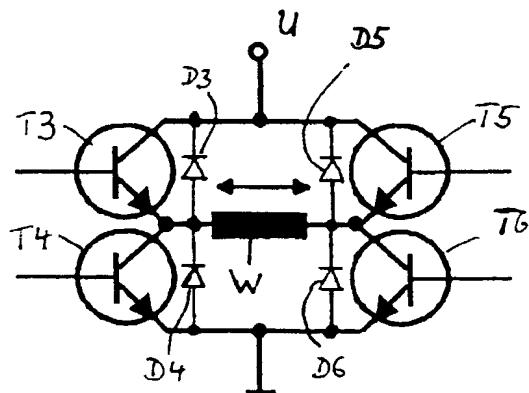


Fig. 1

EP 1 146 217 A2

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betrieb eines hochdynamischen elektromagnetischen Hubanker-Aktors gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein Anwendungsbereich für einen hochdynamischen elektromagnetischen Hubanker-Aktor ist der elektromagnetisch betätigte Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine. Dabei werden Gaswechsel-Hubventile von solchen Aktoren oszillierend geöffnet und geschlossen. Durch die Möglichkeit, die Zeitpunkte für das Öffnen und Schließen völlig frei zu wählen, können die Ventilsteuerzeiten der Brennkraftmaschine optimal an einen Betriebszustand angepaßt werden.

[0003] Bei dem elektromagnetischen Hubanker-Aktor ist ein Anker zwischen zwei Elektromagneten angeordnet und wird durch eine entsprechende Bestromung der zugehörigen Elektromagnet-Spulen zwischen den Positionen "Hubventil offen" und "Hubventil geschlossen" hin und her bewegt. Das aus dem Hubanker-Aktor und den Federn bestehende System stellt dabei ein Feder-Masse-Schwingungssystem dar.

[0004] Herkömmlicherweise werden bei der Ansteuerung dieser Spulen Halbbrücken-Schaltungen verwendet. Eine Ausführungsform einer solchen Halbbrücken-Schaltung ist in Fig. 3 dargestellt. Dabei ist eine Spule W an ihren beiden Enden über Transistoren T1 und T2 mit jeweils einem Pol einer Versorgungsspannungsquelle verbunden. Bei einem Durchschalten der beiden Transistoren T1 und T2 wird die Spule W mit Strom in einer bestimmten Richtung (vgl. Pfeil in Fig. 3) beaufschlagt. Die zwei Dioden D1 und D2 bilden einen sogenannten Freilaufzweig, über den der Strom selbstständig kommutiert, sobald die Transistoren T1 und T2 abgeschalten werden. Der Strom fließt jedoch in jedem Fall nur in einer Richtung durch die Spule.

[0005] Nachteilig wird das Ablösen des Ankers vom Blechpaket des Magneten durch Wirbelströme und Remanenzflüsse im Magnetmaterial beeinflußt. Diese Effekte führen dazu, dass zum Teil starke Streuungen in der Ablösezeit auftreten. Dieser Effekt ist in Fig. 4 dargestellt. Darin ist zu erkennen, dass sich die Flugbahn des Ankers nach dem Abschalten des Stroms unterschiedlich entwickeln kann. Jede der drei in Fig. 4 dargestellten Kurven stellt ein mögliches Bewegungsverhalten dar. Diese Streuung führt dazu, dass Steuerkan ten nicht exakt eingehalten werden können, was zu negativen Einflüssen in der Motorleistung und im Motormoment bzw. zu einer Verbrauchserhöhung und einer Reduzierung des Wirkungsgrades führt.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Schaltungsanordnung anzugeben, mit der die obigen Nachteile verhindert werden können.

[0007] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0008] Demgemäß ist es ein wesentlicher Gedanke der vorliegenden Erfindung, dass die bzw. jede Spule

eines elektromagnetischen Aktors über zumindest zwei Schaltelemente mit zumindest einer Versorgungsspannungsquelle verbunden ist, und zwar derart, dass Strom in beiden Richtungen durch die Spule geleitet werden kann.

[0009] Als Schaltelemente eignen sich in besonderer Weise Transistoren.

[0010] In einer Ausführungsform wird eine Vollbrückenschaltung verwendet, bei der die Spule an jedem

10 Ende jeweils über ein Schaltelement mit der Versorgungsspannungsquelle und über ein anderes Schaltelement mit Masse verbunden ist. Durch entsprechendes Schalten der Schaltelemente kann der Strom in der Spule umgekehrt werden. Damit ist es beispielsweise möglich, beim Abschalten der Spule einen kurzen Stromimpuls in die Gegenrichtung aufzubauen, so dass die Remanenzfeldstärke auf Null gebracht werden kann. Ebenso kann ein kurzer Stromimpuls in Gegenrichtung für einen schnellen Abbau der Wirbelströme sorgen, die ansonsten langsam ausklingen würden.

[0011] Gemäß einer weiteren Ausführungsform wird eine Art Halbbrückenschaltung mit zwei Versorgungsspannungsquellen, nämlich +U und -U, verwendet, und über die Schaltelemente kann die Spule wahlweise mit

25 einer Spannungsquelle verbunden werden. Auch so kann der Stromfluß durch die Spule umgekehrt werden.

[0012] Die Erfindung wird nachfolgend anhand zweier Ausführungsbeispiele und mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 ein Schaltbild einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung.

35 Fig. 2 zwei Diagramme, aus denen das Ablöseverhalten eines mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung betriebenen Aktors erkennbar ist,

40 Fig. 3 ein Schaltbild einer herkömmlichen Schaltungsanordnung,

Fig. 4 zwei Diagramme, aus denen das Ablöseverhalten eines mit der in Fig. 3 gezeigten Schaltungsanordnung betriebenen Aktors erkennbar ist und

45 Fig. 5 ein Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung.

50 [0013] Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist eine Spule W eines elektromagnetischen Aktors dargestellt. Ein Ende der Spule W ist über einen Transistor T3 mit der Versorgungsspannung U und über einen Transistor T4 mit Masse verbunden. Das andere Ende der Spule W ist über einen Transistor T5 ebenfalls mit der Versorgungsspannung U und über einen Transistor T6 wieder-

um mit Masse verbunden.

[0014] Ferner sind jedem Transistor T3 bis T4 jeweils Dioden D3 bis D6 parallelgeschaltet, deren Wirkungsweise später erläutert wird.

[0015] Werden die beiden Transistoren T3 und T6 gleichzeitig durchgeschalten, so kann ein Strom durch die Spule W geschickt werden, wie dies auch bei der herkömmlichen Schaltungsanordnung gemäß Fig. 3 möglich war. Die Transistoren T4 und T5 sind dabei gesperrt.

[0016] Beim Abschalten der Transistoren T3 und T6 kommt es dann zum Aufbau einer Induktionsspannung, welche versucht, den Strom durch die Spule aufrechtzuerhalten. Damit keine Beschädigung der vorhandenen Transistoren auftritt, sind die Dioden D4 und D5 vorgesehen, welche als Freilaufschaltung dienen.

[0017] Werden nach dem Sperren der Transistoren T3 und T6 dann die Transistoren T4 und T5 durchgeschalten, so kann die Spule W in anderer Richtung bestromt werden.

[0018] Die Dioden D3 und D6 dienen dann als Freilaufschaltung, wenn die Transistoren T4 und T5 wiederum gesperrt werden.

[0019] Insgesamt ist es mit der in Fig. 1 dargestellten Schaltung möglich, die Spule stromflussmäßig in beiden Richtungen zu betreiben. Damit kann man nach einem Abschalten der Spule durch kurzzeitige Bestromung in die andere Richtung beispielsweise eine geringe magnetische Feldstärke und einen entsprechenden Fluß erzeugen, der zum Abbau der Wirbelströme bzw. der Remanenzfeldstärke beiträgt. Das daraus resultierende Ergebnis ist in Fig. 2 näher dargestellt. Gemäß dem Strom-Zeit-Diagramm (Strom-t-Diagramm) wird der Strom zu einem Zeitpunkt abgeschalten und fällt zunächst auf Null. Hat er dann den Wert Null erreicht, wird kurzzeitig ein Strom in der anderen Richtung durch die Spule W geschickt, was durch einen negativen Ausschlag im Strom-Zeit-Diagramm der Fig. 2 zu erkennen ist. Aufgrund dieser Maßnahme können die magnetischen Störeffekte so verringert werden, dass der Zeitraum  $T_2$ , in dem Streuungen in der Ablösezeit auftreten, gegenüber einer herkömmlichen Schaltungsanordnung sehr klein gehalten werden (vgl. Dauer  $T_2$  gegenüber Dauer  $T_1$  aus Fig. 1).

[0020] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung ist in Fig. 5 dargestellt. Dort ist eine Spule W' gezeigt, die an einem Ende mit Masse verbunden ist. Das andere Ende der Spule W' ist über einen ersten Transistor T7 mit einer positiven Versorgungsspannungsquelle (+U) und mit einem zweiten Transistor T8 mit einer negativen Versorgungsspannungsquelle -U verbunden. Zudem sind den beiden Transistoren T7 und T8 jeweils Dioden D7 bzw. D8 parallelgeschaltet, die wiederum als Freilaufdioden dienen.

[0021] Wird nun der erste Transistor T7 durchgeschalten, so fließt ein Strom von +U über die Spule W' zu Masse. Durch Sperren des Transistors T7 und Durchschalten des Transistors T8 kann ein Stromfluß von

Masse zu -U erreicht werden. Dabei ist der Stromfluß in der Spule W' gegenüber dem vorherigen Stromfluß umgekehrt, so dass sich auch mit dieser Schaltungsanordnung eine kurzzeitige Stromflußumkehr zur Vermeidung oder Verminderung eines Remanenfluß- oder Wirbelstromeffektes erreichen lässt.

[0022] Natürlich können auch anderen Schaltungsanordnungen verwendet werden, die eine Umkehr des Stromflusses in der Spule des hochdynamischen Aktors erlauben und damit zum Erreichen von genauen Steuerkanten für den Betrieb eines Verbrennungsmotors mit elektromagnetisch betriebenen Gaswechsel-Ventilen beitragen.

[0023] Durch die Realisierung eines erheblich exakteren Ablöseverhaltens kann der Motor besser ausgenutzt werden. Dies bedeutet insgesamt weniger Klopfneigung, mehr Leistung und Drehmoment bzw. einen höheren Wirkungsgrad und eine Verbrauchsreduzierung.

20

#### Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Betrieb eines hochdynamischen elektromagnetischen Hubanker-Aktors für ein Gaswechsel-Ventil eines Verbrennungsmotors mit zumindest einer Spule, die einen Anker des elektromagnetischen Aktors bei deren Bestromung anzieht,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Spule derart über zumindest zwei Schaltelemente (T3-T8) mit zumindest einer Versorgungsspannungsquelle (+U, -U) verbunden ist, dass Strom in beiden Richtungen durch die Spule (W, W') geleitet werden kann.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** als Schaltelemente Transistoren (T3-T8) verwendet sind.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** eine Vollbrückenschaltung mit vier Schaltelementen, insbesondere vier Transistoren (T3-T6), vorgesehen ist, wobei die Spule (W) an jedem Ende jeweils über ein Schaltelement (T3, T5) mit der Versorgungsspannungsquelle (+U) und über ein anderes Schaltelement (T4, T6) mit Masse verbunden ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 3,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**daß** zur Absicherung der Transistoren jeweils Dioden (D3-D6) parallelgeschaltet sind.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**

dass ein Ende der Spule (W') mit Masse und das andere Ende der Spule über ein erstes Schaltelement (T7) mit einer positiven Versorgungsquelle (+U) und über ein zweites Schaltelement (T8) mit einer negativen Versorgungsquelle (-U) verbunden ist. 5

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass beide Schaltelemente als Transistoren (T7, 10  
T8) ausgeführt sind, welche durch parallelgeschaltete Dioden (D7, D8) abgesichert sind.

15

20

25

30

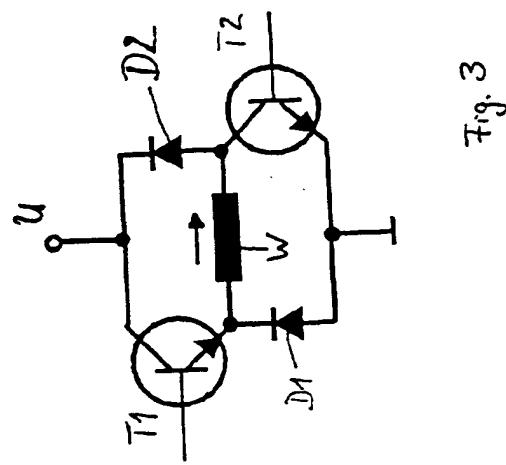
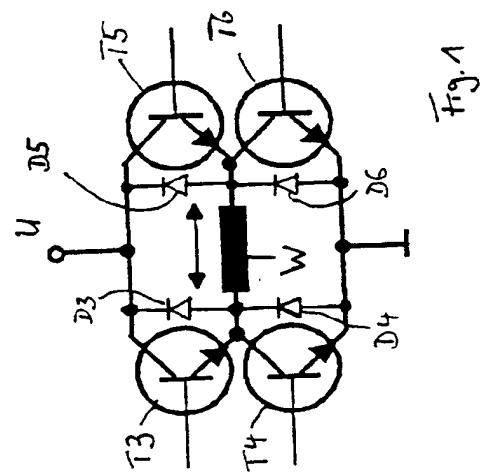
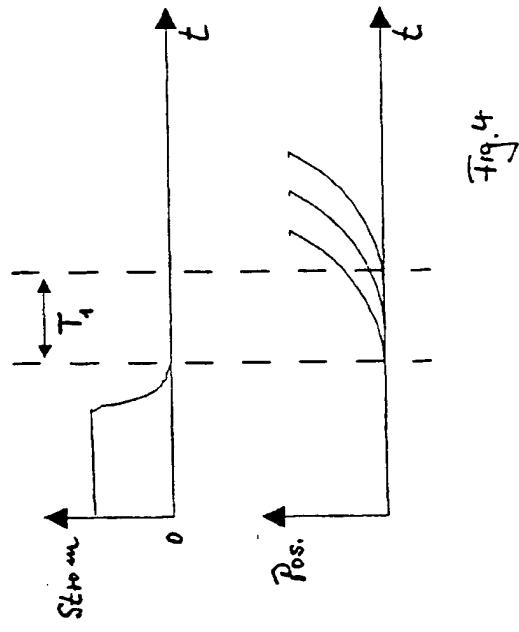
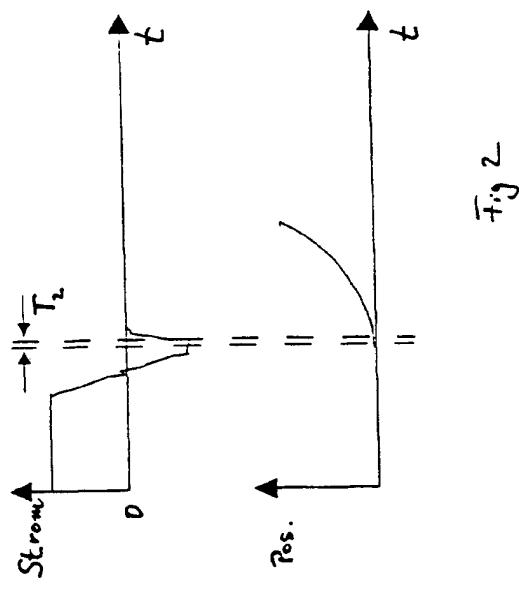
35

40

45

50

55



BEST AVAILABLE COPY

EP 1 146 217 A2

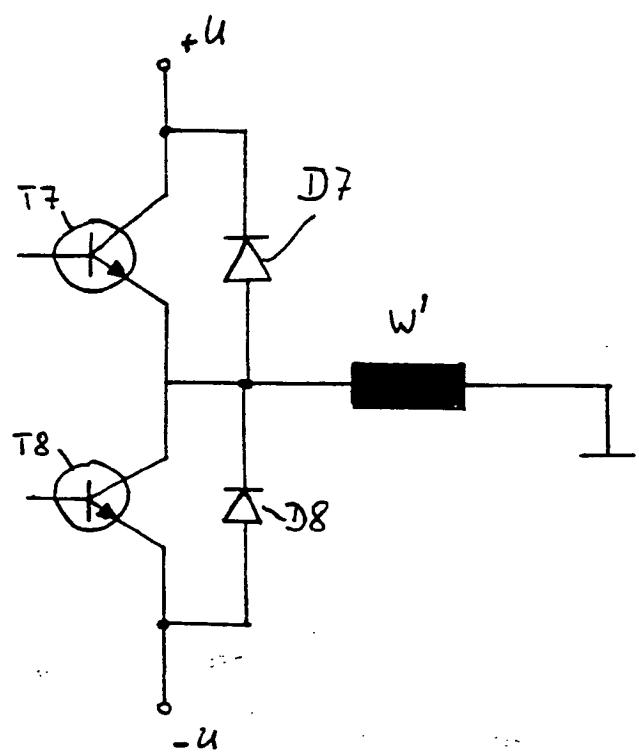


Fig. 5